

MAT-8439US



PATENT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Appln. No: 10/624,381  
Applicant: Y. Nakanishi et al.  
Filed: July 22, 2003  
Title: SWITCH  
TC/A.U.:  
Examiner:

**CLAIM TO RIGHT OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. § 119, Applicants hereby claim the benefit of prior Japanese Patent Application No. 2002-217872, filed July 26, 2002, No. 2002-217873, filed July 26, 2002, and No. 2003-184204, filed June 27, 2003.

A certified copy of the above-referenced applications is enclosed.

Respectfully submitted,

  
Lawrence E. Ashery, Reg. No. 34,515  
Attorney for Applicants

LEA/dlm  
Enclosures

Dated: December 22, 2003

P.O. Box 980  
Valley Forge, PA 19482-0980  
(610) 407-0700

The Commissioner for Patents is hereby authorized to charge payment to Deposit Account No. 18-0350 of any fees associated with this communication.

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, with sufficient postage, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on:

12/22/03  
Danielle Murphy

MAT-843965  
10/624,381

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 7月26日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-217872

[ST.10/C]:

[JP2002-217872]

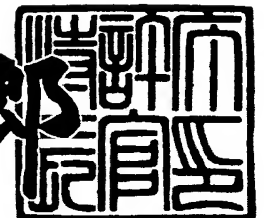
出 願 人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035157

【書類名】 特許願

【整理番号】 2931040019

【提出日】 平成14年 7月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01H 59/00

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 中西 淑人

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 清水 紀智

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 中村 邦彦

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

    【氏名】 内藤 康幸

【特許出願人】

    【識別番号】 000005821

    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100097445

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部からの信号を入力するための入力端子と、前記入力端子と接続され機械的に移動する可動電極と、前記可動電極から一定の距離だけ離れて設置された 1 つ以上の固定電極とを備え、

前記固定電極は、入力した信号で発生する駆動力によって前記可動電極が移動しないようにしたことを特徴とするスイッチ。

【請求項 2】 外部からの信号を入力するための入力端子と、前記入力端子と接続され機械的に移動する可動電極と、前記可動電極から一定の距離だけ離れて設置された 1 つ以上の固定電極とを備え、

前記入力した信号で発生する駆動力によって、前記可動電極を所定の固定電極以外の固定電極と電氣的に結合しないように、所定の固定電極と固定させておくことを特徴とするスイッチ。

【請求項 3】 外部からの信号を入力するための入力端子と、前記入力端子と接続され機械的に移動する可動電極と、前記可動電極から一定の距離だけ離れて設置された 1 つ以上の固定電極と、前記固定電極に接続された出力端子を備え、

前記外部からの信号を前記出力端子に通過させる場合は、前記駆動力により可動電極を前記所定の固定電極に電氣的に結合させ、前記外部からの信号を前記出力端子から遮蔽させる場合は、前記駆動力により可動電極を前記所定の固定電極以外の固定電極に電氣的に結合させることを特徴とするスイッチ。

【請求項 4】 外部からの信号を入力するための入力端子と、前記入力端子と接続され機械的に移動する可動電極と、前記可動電極から一定の距離だけ離れて設置された 1 つ以上の固定電極とを備え、

前記入力端子にリセット信号を入力して、スイッチを利用する前は所定の位置に電極を移動させることを特徴とするスイッチ。

【請求項 5】 前記固定電極は、前記可動電極の両側に一定の距離だけ離れて設置されたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のスイッチ。

【請求項 6】 前記入力端子に印加される電圧によって、前記可動電極を含む

可動体のばね定数を変化させることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のスイッチ。

【請求項 7】 前記可動電極を含む可動体のばね定数が、前記可動体を駆動力により固定電極に引き込む際は最小となり、ばね力によって前記可動体を固定電極から引き離す際には最大となることを特徴とする請求項 6 記載のスイッチ。

【請求項 8】 前記駆動力が静電力であることを特徴とする請求項 1、2、3、7 のいずれかに記載のスイッチ。

【請求項 9】 前記可動電極を含む可動体の材料特性が内部応力であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のスイッチ。

【請求項 10】 前記可動電極を含む可動体の材料に高分子ゲルを用いることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のスイッチ。

【請求項 11】 前記可動電極を含む可動体の材料に ICPF を用いることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のスイッチ。

【請求項 12】 前記可動電極を含む可動体の材料に導電性高分子を用いることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のスイッチ。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、無線通信回路等に用いられ、外部から印加した力により電極を機械的に移動させることで信号の通過もしくは遮蔽をおこなうスイッチに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来、大きさが数百  $\mu$  m 程度の微細なスイッチとして、「IEEE Microwave and Wireless Components letters, Vol.11 No8, August2001 p334」に記載されているものが知られている。図 6 は、従来のスイッチ 100 の構成を示す断面図であり、図 7 は、従来のスイッチ 100 の上面図である。図 6 は、図 7 の A-A' 線を断面にとって示す断面図である。このスイッチ 100 は、メンブレン (membrane) 上に、高周波信号が伝達される信号ライン 101 を形成し、当該信号ライン 101 の直下に制御電極 103 を設けている。

【0003】

制御電極103に直流電位を印加すると、メンブレンが制御電極103側に静電引力により引き付けられ、撓み、基板102上に形成されている接地電極104と接触することにより、メンブレンに形成されている信号ライン101は短絡状態となり、信号ライン101を流れる信号は減衰され、遮断される。

【0004】

これに対してメンブレンに静電力を印加しなければ、メンブレンは撓まず、当該メンブレン上の信号ライン101を流れる信号は、接地電極104から損失することなく、スイッチ100を通過する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のスイッチ100においては、信号自身の静電力によってメンブレンを制御電極103側に引き付けられるために多大な電力を入力できないという問題を有していた。

【0006】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、パワーの高い信号をスイッチに入力できかつ環境変化による特性変化を補償することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明のスイッチは、外部からの信号を入力する入力端子と、前記入力端子と接続され機械的に移動する可動電極と、前記可動電極に接続され信号を取り出すための出力端子と、前記可動電極の両側に僅かに離れて設置された第1、第2の固定電極を具備し、信号を通過させる場合は、可動電極と第1の固定電極間に発生する静電力によって、可動電極と第1の固定電極を結合させ信号を通過させ出力端子に導き、信号を遮蔽させる場合は、可動電極と第2の固定電極間に静電力を発生させ、可動電極と第2の固定電極を結合させ、信号を出力端子へ導かない構成を採る。

【0008】

この構成によれば、信号遮蔽時に多大なパワーの信号が入力され、信号自身が

有する静電力が大きくなっても、第2の固定電極と可動電極が静電力によって結合しているため、可動電極を第1の固定電極方向に引き付けることはできないため、高パワーな信号をスイッチに入力することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、静電力によって可動する電極の開閉により、信号を結合または遮蔽を行うスイッチにおいて、信号自身の静電力によって可動電極を変位させないように、信号を入力させる際は、いずれかの固定電極に固定することで、高いパワーの信号が入力可能なスイッチを構成することである。

【0010】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0011】

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1に係るスイッチの構成を示す平面図である。図1に示すスイッチは、入力端子1、出力端子5、固定電極3、4と、可動電極2によって構成され、可動電極2は基板上を平面方向に移動するスイッチを構成している。

【0012】

いま制御信号6の電位を0にして、可動電極2と固定電極3の間に静電力を発生させれば可動電極2は、固定電極3の方向に移動し、電氣的に結合し、入力端子1に入力された信号は出力端子5へ伝達される。

【0013】

つぎに信号を遮蔽する場合は、制御電圧6を可動電極2、制御電圧7を固定電極3に、固定電極の電位を0にすれば、可動電極2は固定電極4に移動し、可動電極2と固定電極4は結合し、信号は短絡され出力端子5には信号は伝達されず遮蔽される。このとき従来のように固定電極4がない場合であれば、入力端子1から入力された信号の静電力で可動電極2は3に引き込まれ、電氣的に結合し、信号を遮蔽することができなくなる。例えば、可動電極が幅 $2\mu\text{m}$ 、厚み $2\mu\text{m}$ 、長さ $400\mu\text{m}$ のアルミニウムで形成され、可動電極もしくは固定電極のどち



らか、あるいは両方に、10nm程度の絶縁膜を設け、可動電極と固定電極との間隔を $0.6\mu\text{m}$ とすれば、2V以下の電圧で可動電極2は固定電極3に引き込まれる。

## 【0014】

仮にいま1Wの信号を入力したとき、 $50\Omega$ 系で受けた際の信号の電圧は20Vp-pとなり、可動電極2は、電極3に引き込まれてしまう。これを避けるために、直流電位6によって生じさせた静電力によって、可動電極2を固定電極4に固定させて置く。静電力は距離の-2乗に比例するため、仮に信号の電力が大きくなり、信号自身の静電力によって可動電極2は、固定電極3の方向には引き付けられることはない。また仮に固定電極3に、信号が入ってきた場合も同様である。

## 【0015】

今回説明のために、可動電極を基板水平方向に移動させる方式を行っているが、これは垂直方向に移動させてもよい。また駆動力に静電力を用いているが、例えば電磁力、圧電、熱などを用いてもよい。なお、可動電極は片持ち梁を用いているが、両持ち梁でも当然よい。

## 【0016】

スイッチを形成する場合の工程の一例を図2の工程断面図を用いて説明する。高抵抗シリコン基板81を熱酸化することで、基板81上に300nm程度の膜厚のシリコン酸化膜82を形成する。次に、シリコン窒化膜83を減圧CVD法を用いて200nmの膜厚で堆積する。さらにシリコン酸化膜84を50nmの膜厚で減圧CVD法を用いて堆積する。図2-a)参照。しかる後、シリコン酸化膜84にフォトリソトからなる犠牲層を膜厚 $2\mu\text{m}$ でスピコート、露光、現像したのち、ホットプレートで $140^{\circ}\text{C}$ 10分のバークを行うことで犠牲層85を形成する。図2-b)参照。

## 【0017】

しかる後、図2-c)に示すごとく、基板全面にAL86をスパッタにより $2\mu\text{m}$ の膜厚で堆積し、所定の領域にレジストが残るようにフォトリソトによるパターン87の形成を行う。

## 【0018】

次に、前記フォトリソトからなるパターンをマスクとしてALのドライエッ

チングを行うことで、梁 88 を形成し、さらに酸素プラズマによりフォトレジストからなるパターン 87 ならびに犠牲層 85 を除去する。前記工程により、基板表面と間隙 89 を有する梁が形成される。図 2-d) 参照。

#### 【 0 0 1 9 】

さらに、図 2-e) に示すごとく全面にプラズマ CVD によりシリコン窒化膜 90 を膜厚 50 nm で堆積することで、基板表面のシリコン酸化膜 84 上ならびに梁 90 の周辺にシリコン窒化膜が形成される。

#### 【 0 0 2 0 】

最後にシリコン窒化膜 83 を異方性を有するドライエッチング法にて前記堆積膜厚以上の膜厚例えば 100 nm でシリコン酸化膜 84 と選択比を有する条件でエッチバックすることで、梁 91 の上面はシリコン窒化膜がなく側面にのみ窒化膜が残るようにエッチングをおこなう。図 2-f) 参照。

#### 【 0 0 2 1 】

なお、本実施の形態では基板に関して、高抵抗シリコン基板を用いたが、通常のシリコン基板、化合物半導体基板、絶縁材料基板を用いても良い。

#### 【 0 0 2 2 】

また、高抵抗シリコン基板 81 上に絶縁膜としてシリコン酸化膜 82、シリコン窒化膜 83、シリコン酸化膜 84 を形成したが、基板の抵抗が十分高い場合これら絶縁性膜の形成を省略しても良い。また、シリコン基板上にシリコン酸化膜 82、シリコン窒化膜 83、シリコン酸化膜 84 と 3 層構造の絶縁膜としたが、前記シリコン窒化膜 83 の膜厚が、梁上に堆積するシリコン窒化膜と比較して十分厚い膜厚、いわゆるエッチバック工程を経ても消失しない膜厚である場合、シリコン酸化膜 84 形成工程は省略することが可能である。

#### 【 0 0 2 3 】

なお、本実施の形態では梁を形成する材料として Al を用いたが、他の金属材料 Mo、Ti、Au、Cu、ならびに高濃度に不純物導入された半導体材料例えばアモルファスシリコン、導電性を有する高分子材料などを用いても良い。さらに成膜方法としてスパッタを用いたが CVD 法、メッキ法などを用いて形成しても良い。

## 【 0 0 2 4 】

## (実施の形態 2)

図 1 ～ 図 2 と同一の構成となるものについては、図 1 ～ 図 2 と同一番号を付し、詳しい説明を省略する。

## 【 0 0 2 5 】

駆動力に静電力を用いる場合、制御電圧を切った場合でも、電極もしくは可動電極に電荷がたまり、どちらかの電極に可動電極が保持されている場合がある。GaAsを用いたスイッチデバイスであれば、制御信号を入れない限り信号は出力されないが、本発明のスイッチでは、前回の最終状態を保持している可能性がある。このため必ず、使用する前にリセット信号を入力し、可動電極を所定の位置にすることが必要となる。通常はまず全てのスイッチがオフとなるような状態にしておけば、不必要な信号を送信することをさけることができる。

## 【 0 0 2 6 】

## (実施の形態 3)

図 3 は、本発明の実施の形態 3 に係るスイッチの構成を示す側面図である。3 1 は信号を入力する端子、3 2 は信号を出力する端子で、3 4 は可動電極、3 5 は基板上に設置された電極で、3 4、3 5 の電極間に静電力を印加させることで、可動電極 3 4 を電極 3 5 方向に移動させる。また可動電極 3 4 は可動体 3 3 上に形成されており、可動体 3 3 はICPF(Ionic Conducting Polymer gel Film)で構成されている。ICPFは印加される電圧によって、内部応力が変化するため、例えば図 4 に示すように可動体 3 3 のバネ定数を変化させることができる。

## 【 0 0 2 7 】

図 5 を用いてスイッチ動作について、説明を行う。図 5 に上段は可動電極の位置を示し、下段は可動電極のバネ定数の時間変化を示す。可動電極に静電力が印加していない中立の位置をゼロとする。可動体を可動電極 3 4 と電極 3 5 間に静電力を発生させ、可動電極 3 4 を電極 3 5 側に引き込む際は、可動体 3 3 のばね定数が最小になるように、制御電圧 3 7 を可動体に印加する。このためバネ力が最小となっているため、可動体 3 3 および可動電極 3 4 は静電力によって、バネ力が妨げることなく、高速に引き込まれる。

## 【 0 0 2 8 】

次に電極 3 5 から可動電極 3 4、可動体 3 3 を引き離す際には、予め制御電圧 3 7 によって、ICPF のバネ定数が最大となるような電圧を印加しておき、バネ力を最大にしておく。そして電極間の静電力を OFF にすることで、可動体 3 3、可動電極 3 4 は高速にバネ力によって、所定の位置に復元する。

## 【 0 0 2 9 】

一般的に高分子ゲルは制御信号に対する応答時間が数 m s 程度あるため、高速な応答時間が要求されるスイッチの駆動力としては、高分子ゲルの伸縮を駆動力にすることは、できないが、スイッチが保持されている状態に可動体のばね力を変化させるには十分な応答時間を有する。このように引き込む際と引き離す際に、それぞれ可動体のバネ力を最適な値にすることで、高速な応答を可能としている。

## 【 0 0 3 0 】

可動体に用いた材料は ICPF である必要なく、外部からの制御によって物性値が変化する材料、例えば人工筋肉などに用いられる高分子ゲルや、圧電材料でもよい。

## 【 0 0 3 1 】

また可動体を導電性材料で形成すれば、可動電極と可動電極を一体で形成してもよい。

## 【 0 0 3 2 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、可動電極を固定電極に固定しておくことで、高いパワーを有した信号が入力しても、信号自身の有する静電力によって引き込まれることを防ぐことができるため、高いパワーの信号を入力することができるという効果を有する。

## 【 0 0 3 3 】

また、可動電極の材料定数を適応的に変化させることで、静電力で引き込む際にはバネ定数は最小に、バネ力で戻す際にはバネ力を最大とすることで、高速な応答を可能とするスイッチを実現することができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 に係るスイッチの構成を示す平面図

【図 2】

(a) 本発明実施の形態 1 におけるスイッチを形成する際のシリコン窒化膜の堆積方法を説明するための工程断面図

(b) 上記実施の形態 1 におけるスイッチを形成する際の犠牲層の形成方法を説明するための工程断面図

(c) 上記実施の形態 1 におけるスイッチを形成する際のパターン形成方法を説明するための工程断面図

(d) 上記実施の形態 1 におけるスイッチを形成する際の梁の形成方法を説明するための工程断面図

(e) 上記実施の形態 1 におけるスイッチを形成する際のシリコン窒化膜の形成方法を説明するための工程断面図

(f) 上記実施の形態 1 におけるスイッチを形成する際のエッチングを説明するための工程断面図

【図 3】

本発明の実施の形態 2 に係るスイッチの構成を示す断面図

【図 4】

本発明の実施の形態 2 に係る電圧と内部応力の関係を示す図

【図 5】

本発明の実施の形態 3 に係るスイッチのタイミング動作を示す図

【図 6】

従来のスイッチの構成を示す断面図

【図 7】

従来のスイッチの構成を示す上面図

【符号の説明】

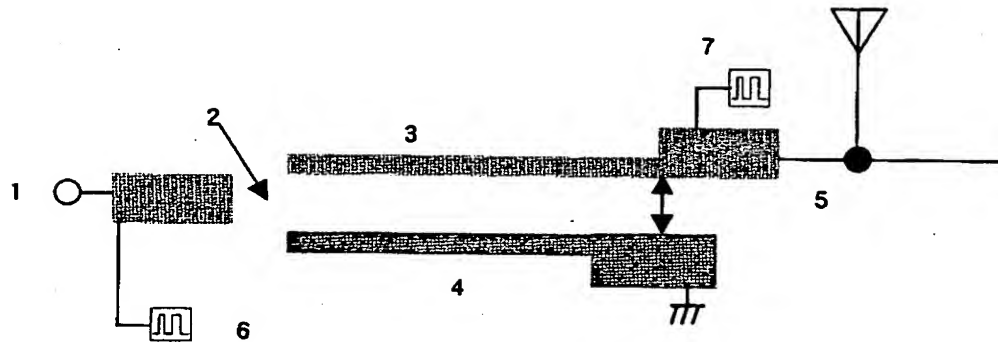
- 1 入力端子
- 2 可動電極

3、4 固定電極

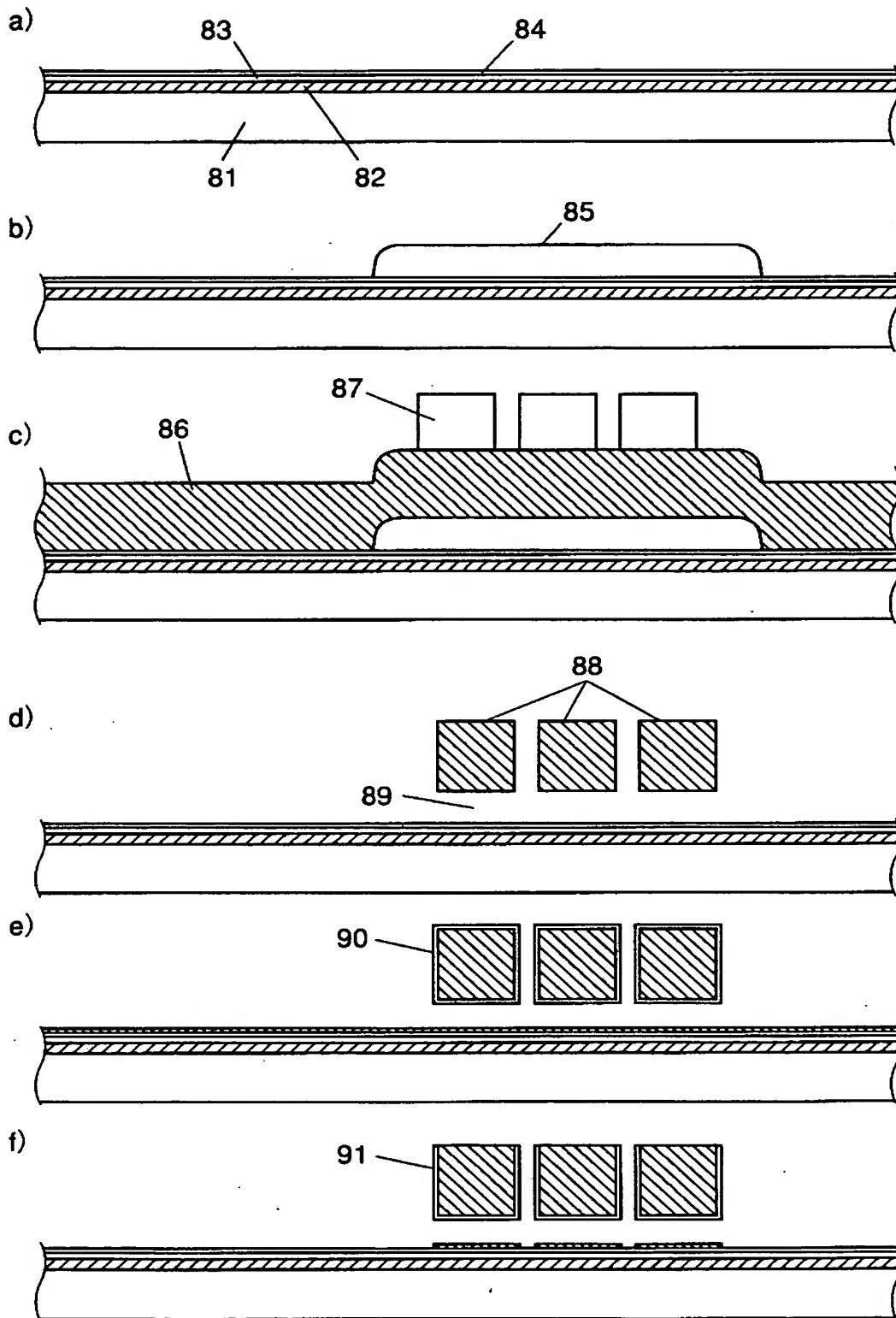
5 出力端子

【書類名】 図面

【図 1】

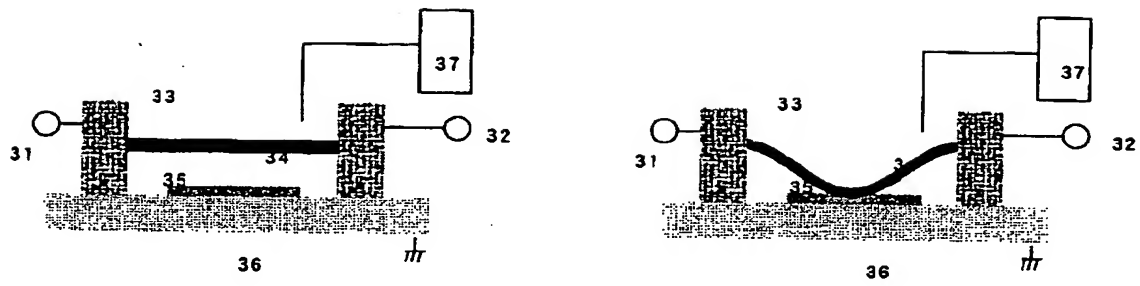


【図 2】

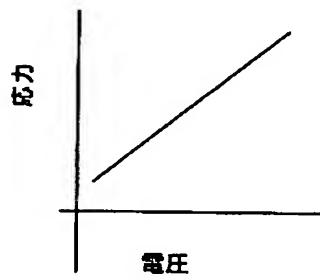




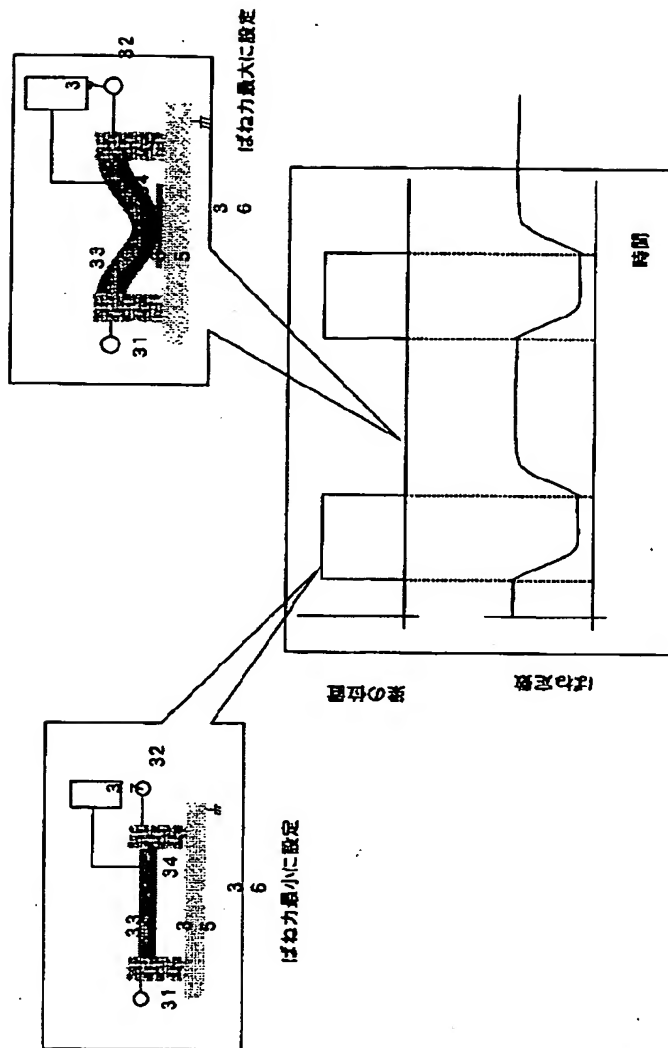
【図 3】



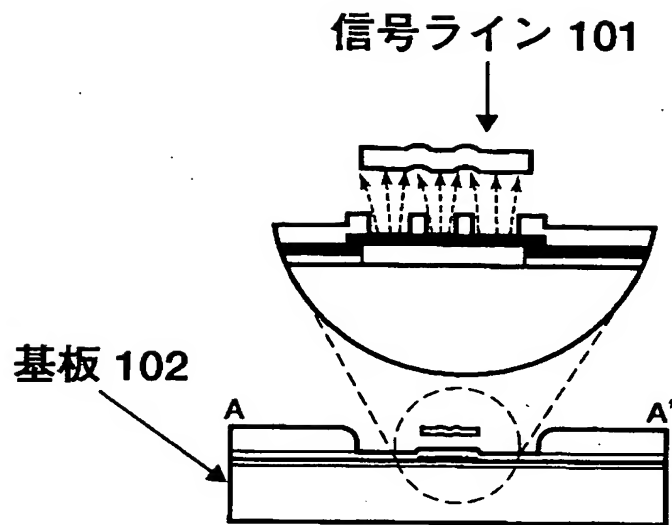
【図 4】



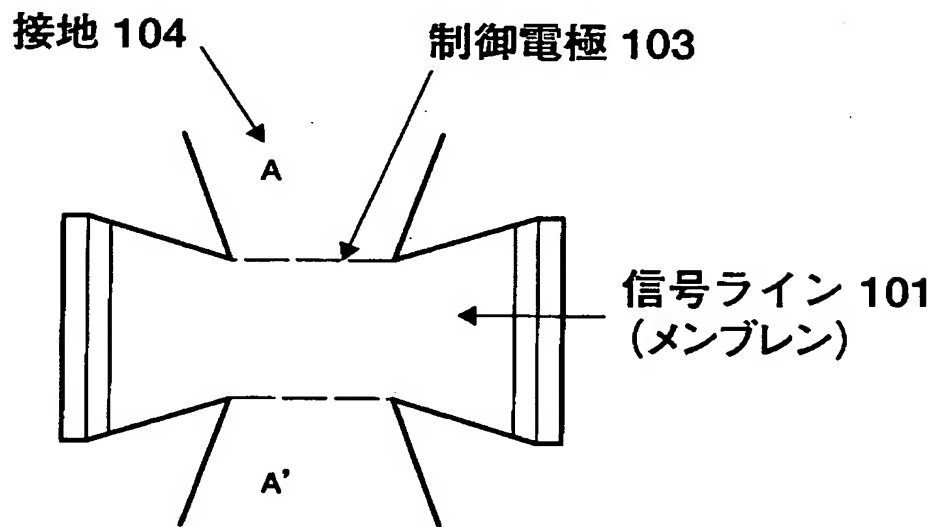
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 静電力で駆動する微小な機械スイッチは、信号自身の静電力で所定以外の位置に引き込まれるため、高いパワーの信号を入力できないという課題がある。

【解決手段】 固定用の電極を新たに設けて、常に可動部が何れかの電極に固定されている状態にすれば、高いパワーの信号を入力することが可能となる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社